



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1806-9193

Dezembro, 2005

Documentos 150

Manejo da matéria orgânica em agroecossistemas

Pelotas, RS
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 km 78

Caixa Postal 403 - Pelotas, RS

Fone: (53) 3275 8199

Fax: (53) 3275-8219 / 3275-8221

Home page: www.cpact.embrapa.br

E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro

Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia

Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Verneti Azambuja, Claudio José da Silva Freire, Luís Antônio Saita de Castro, Sadi Macedo Sapper, Regina das Graças V. dos Santos

Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisores de texto: Sadi Macedo Sapper/Ana Luiza Barragana Viegas

Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Editoração eletrônica: Oscar Castro

Composição e impressão: Embrapa Clima Temperado

1ª edição

1ª impressão 2005: 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Pillon, Clênio Nailto.

Manejo da matéria orgânica em agroecossistemas. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005.

16 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 150).

ISSN 1806-9193

1. Solo - Conservação - Carbono orgânico. 2. Agricultura sustentável - Meio ambiente. I. Título. II. Série.

CDD 631.87

Autores

Clenio Nailto Pillon

Eng. Agrôn. Dr.

Pesquisador da Embrapa Clima Temperado

Br 392, km 78, Cx. Postal 403

96001-970 - Pelotas, RS

E-mail: pillon@cpact.embrapa.br

Apresentação

Sistemas conservacionistas de manejo promovem a manutenção e até mesmo o acúmulo de matéria orgânica no solo, enquanto que sistemas convencionais, baseados no revolvimento intenso da camada arável e na baixa adição de resíduos vegetais, promovem deterioração de atributos físicos, químicos e biológicos do solo, os quais são reflexos imediatos da perda de matéria orgânica. Os princípios da agricultura conservacionista são os mesmos princípios para a manutenção ou o aumento do conteúdo de matéria orgânica do solo e de grande importância para a produção agroecológica ou para a transição de formatos tecnológicos. A degradação da qualidade do solo pela redução do conteúdo de matéria orgânica tem reflexos negativos para a produtividade agrícola e para a qualidade ambiental. Para isso, é preciso compreender os processos e a dinâmica da MO no ambiente, de modo que se possa optar pelas estratégias de manejo do solo mais adequadas para cada condição de solo e clima.

Diante deste cenário, o presente trabalho propõe-se a fornecer subsídios para o entendimento da dinâmica da matéria orgânica no solo e para a formulação de estratégias para o desenvolvimento de uma agricultura de conservação dos recursos naturais e da potencialização da produtividade biológica dos sistemas produtivos.

João Carlos Costa Gomes
Chefe Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Introdução	9
Construindo a matéria orgânica do solo	10
Estratégias para aumento da matéria orgânica do solo ..	13
Balanço da matéria orgânica no solo	13
Considerações finais	15
Referências bibliográficas	16

Zoneamento Agroclimático para Ameixeira no Rio Grande do Sul

Clenio Nailto Pillon

Introdução

De forma geral, sistemas conservacionistas de manejo do solo baseiam-se na adoção de um sistema de rotação e/ou consorciação de culturas, tanto no período de inverno quanto no verão; na manutenção da palhada sobre o solo a maior parte do ano; na adoção de sistema de preparo de solo com mínimo revolvimento possível, como o sistema plantio direto e na adoção de práticas mecânicas e/ou culturais complementares de conservação da água e do solo, as quais favorecem o controle da erosão.

Um dos grandes desafios para a maioria dos produtores tem sido reconstituir a qualidade do solo, em geral degradada a) quimicamente pela redução da sua fertilidade natural causada por processos erosivos intensos; b) fisicamente, com redução do tamanho e estabilidade de agregados, pelo excessivo revolvimento do solo e com formação de camadas de compactação (pé-de-arado ou pé-de-grade) e c) biologicamente, como consequência dos fatores “a” e “b”. Geralmente, após alguns anos de cultivo do solo, sem observar as práticas da agricultura conservacionista, o conteúdo de matéria orgânica (MO) do solo reduz-se drasticamente, com consequências

negativas para o potencial produtivo do sistema e para a qualidade ambiental. A MO do solo tem sido considerada como um dos mais importantes indicadores da qualidade do manejo adotado ao solo, já que a variação no seu conteúdo ao longo do tempo é sensível às práticas de manejo adotadas pelo produtor (Mielniczuk, 1999).

Em qualquer agroecossistema, o conteúdo de MO do solo é resultado do balanço entre a adição de resíduos orgânicos ao solo e a perda de MO já presente no solo até uma determinada profundidade, normalmente por processos de oxidação biológica pela ação dos microrganismos ou por processos erosivos (Bayer, 1996). Se por um lado o processo de degradação da MO do solo se processa de forma rápida, a reconstrução do seu conteúdo é lenta e dependente da adoção de sistemas de culturas com alta adição de resíduos vegetais ao solo e de um sistema de preparo baseado no mínimo revolvimento (Pillon, 2000; Bayer et al., 2000).

Diante deste contexto, objetiva-se identificar e sistematizar princípios e estratégias de manejo do solo que permitam estabelecer um sistema de agricultura conservacionista, de modo a recuperar a qualidade do solo por meio da manutenção ou do aumento do conteúdo de MO do solo ao longo do tempo.

Construindo a matéria orgânica do solo

No solo existem quatro componentes básicos: a parte mineral, da qual os grãos de areia fazem parte (na verdade são um tipo de mineral - o quartzo), uma parte líquida, que é constituída pela água armazenada dentro do solo (podemos perceber quando o solo está mais úmido ou mais seco), uma parte formada por gases (nos espaços vazios do solo, onde não existe água, existe ar, o qual é fundamental para a sobrevivência das plantas) e uma fração orgânica, constituída pela MO e pelos organismos do solo.

A MO do solo refere-se ao material orgânico total do solo, incluindo os resíduos de plantas e os resíduos de animais que vivem no solo. De forma prática, a MO do solo, também referenciada como a “gordura da terra” ou “humus”, é a vida da terra. Sem este componente, o solo é estéril, sem vida. Sem MO no solo, não existem minhocas e outros organismos que ajudam na decomposição dos restos vegetais, contribuindo para a liberação de nutrientes para as plantas.

Como a maioria dos solos brasileiros são antigos, envelhecidos e desgastados pelo longo tempo de existência, de maneira geral apresentam baixa fertilidade natural e também baixas quantidades de MO. O clima quente e úmido na primavera e verão favorece a decomposição dos resíduos vegetais e também do húmus pré-existente. Os solos apresentam, em média, menos de 1% até 3 a 4% de MO.

É fácil perceber a importância da MO para o solo. Os agricultores referem-se a “terra de mato” ou “terra gorda” a solos com elevado conteúdo de MO. A explicação para isso é que na mata há muita MO que foi acumulando ao longo do tempo. Quando o mato é roçado e posteriormente cultivado com milho ou feijão, por exemplo, aproveitam-se os nutrientes armazenados no solo durante milhões de anos. O solo apresenta-se bem estruturado e sem sinais de compactação, com um cheiro característico de fungos que decompõem os resíduos vegetais e com a presença de muitos organismos da fauna do solo. Quando ocorre um período de veranico, as plantas resistem por mais tempo à escassez de água, pois a MO funciona como uma esponja. No entanto, o que normalmente acontece é que, com o passar dos anos, o solo vai empobrecendo e, em certos casos, é preciso abandonar a área e abrir uma área nova.

A degradação de uma área cultivada é fácil de entender. Cultivando-se uma área por vários anos e sem a adoção de práticas conservacionistas de manejo e sem a reposição ou a ciclagem dos nutrientes exportados pelas culturas, ou seja, se

pelo menos não se repor o que é retirado na colheita, a conta bancária (o estoque de nutrientes necessários às plantas) vai diminuindo até que ela se esgote. Através de opções equivocadas de manejo do solo, pode-se acelerar em muito este processo de degradação. Por exemplo, preparando o solo muitas vezes ao ano e ao longo dos anos, acelera-se o processo de queima ou oxidação da MO já armazenada na camada superficial do solo, principalmente pela quebra de muitos agregados (torrões) onde a MO permanece protegida por muitos anos. O preparo excessivo do solo também favorece a formação de camadas compactadas em subsuperfície. Como consequência, a água da chuva escorre em vez de infiltrar no solo. Quando ocorre o escoamento superficial da água pelas pendentes, as partículas minerais que contêm dos nutrientes e também a MO do solo são transportadas, reduzindo a qualidade do solo e o seu potencial produtivo, além de promover o assorimento de mananciais de água.

A queima da resteva das culturas é ainda uma prática muito utilizada pelos produtores. É da palhada das culturas que a MO ou o húmus do solo se origina. Práticas como a silagem, por exemplo, devem ser acompanhadas de um planejamento para a ciclagem dos dejetos animais produzidos e/ou de um programa de adubação de manutenção compatível com a retirada de nutrientes.

Solos mais arenosos são mais sensíveis ou frágeis que solos mais argilosos. No solo arenoso, a MO tem pouca proteção da fração mineral do solo e, com isso, a sua decomposição é muito mais rápida quando o solo é revolvido pelo preparo, enquanto que nos solos mais argilosos, a MO fica protegida nos microagregados do solo, dificultando o acesso dos microorganismos decompositores.

Estratégias para aumento da matéria orgânica do solo

Toda a MO existente no solo é oriunda dos restos vegetais das plantas depositados sobre o solo. Para melhor entender, a MO do solo é como o peso corporal humano. Se ingerir grande quantidade de alimentos e gastar pouca energia, certamente esta é uma boa estratégia para obter aumento de peso. Por outro lado, a combinação de uma baixa ingestão de alimentos e de muita atividade física, poderá ter como resultado a perda de peso. As estratégias para o aumento da MO do solo em sistemas agrícolas são similares. Por exemplo, a adição de baixa quantidade de palha ou resíduos orgânicos ao solo pelas culturas e o revolvimento intensivo do solo resultam em reduções no conteúdo de MO do solo ao longo do tempo (Pillon, 2000). Em algumas situações, a quantidade de resíduos vegetais adicionadas anualmente ao solo é equivalente à quantidade de MO que é perdida ou oxidada em função do preparo do solo. Neste caso, a quantidade de MO permanecerá em equilíbrio ao longo dos anos. Por outro lado, adotando-se um sistema de semeadura direta, com mínimo revolvimento do solo, com utilização de culturas de cobertura de inverno e rotação de culturas no verão e mantendo-se toda a palha na superfície do solo sem queimá-la, espera-se um incremento no conteúdo de MO ao longo do tempo.

Balanço da matéria orgânica no solo

Suponha-se um solo com 1,7% de MO na camada 0-20 cm (resultado obtido na análise do solo). Esse valor equivale a 1% de carbono orgânico. Em um hectare de terra, tem-se 2.000 m³ de solo ($10.000\text{m}^2 \times 0,20\text{m} = 2000\text{m}^3$). Se cada metro cúbico

de solo pesa em média 1,5t, então tem-se 3.000t de solo por hectare ($2.000\text{m}^3 \times 1,5\text{t/m}^3 = 3.000\text{t}$). Assim, 1% desse peso de 3.000t de solo equivale a 30ton de carbono orgânico ou 52t de MO por hectare. Um solo como este perde, em média, pelo menos 3% da MO existente no solo por hectare por ano, mesmo em manejo de pousio, sem revolvimento do solo. Isso implicaria em uma perda anual de 0,9t de carbono orgânico por hectare ($30\text{ton} \times 3/100 = 0,9\text{t}$). Adições anuais ao solo inferiores a essa quantidade de carbono orgânico através dos resíduos vegetais ou da adição de dejetos animais determinam redução no conteúdo de MO ao longo do tempo. Por outro lado, a taxa de perda de MO do solo desta mesma área sob sistema de preparo convencional poderá ser de 5% ao ano, num solo arenoso. Neste caso, a perda de carbono orgânico anual será de aproximadamente 1,5t/ha.

Para compensar estas perdas é preciso adotar estratégias adequadas de manejo do sistema de produção. Por exemplo, a adição de 0,9t/ha/ano de carbono orgânico ao solo pressupõe adicionar o equivalente a 12t de palha seca de milho ou de outra resteva. Isso equivale a pelo menos a quantidade total de palha deixada sobre o solo de uma boa cobertura de inverno e da resteva de uma área de milho que tenha produzido pelo menos 6ton/ha de grãos.

Assim, para áreas de solo degradadas pelo cultivo intensivo ao longo do tempo, a recuperação do conteúdo de MO e, conseqüentemente, para a recuperação da qualidade do solo, deverá seguir alguns princípios básicos, como: a) adoção de práticas mecânicas e/ou culturais de conservação da água e do solo, como o cultivo em faixas e em contorno, utilização de sistemas de contenção das enxurradas, como os terraços; b) adoção de sistemas de cultura intensivos, com alta adição de resíduos vegetais e nitrogênio ao solo, incluindo consórcio de espécies leguminosas (fonte de nitrogênio) e gramíneas; c) utilização de sistemas de preparo com mínimo revolvimento (plantio direto ou cultivo mínimo); d) adoção de rotação de culturas; e) reciclagem de dejetos animais para as áreas de

produção de grãos ou biomassa vegetal (integração lavoura-pecuária).

Dentre as práticas de manejo mais adequadas para a recuperação de áreas degradadas, o sistema plantio direto tem ganhado espaços importantes, já que o revolvimento mínimo do solo para a implantação e o manejo das culturas tem contribuído significativamente para a redução na taxa de decomposição da MO do solo, especialmente em solos arenosos e sob clima quente e úmido. O grande desafio à pesquisa tem sido identificar o potencial de diferentes sistemas de cultura adaptados à região de clima temperado para recuperação do potencial produtivo do solo através do mínimo uso de insumos externos, visando estabelecer metodologias de manejo mais adequadas para a transição de formatos tecnológicos da agricultura convencional para a agricultura agroecológica. Neste enfoque, o aumento no conteúdo de MO do solo tem sido adotado como um indicador de qualidade dos sistemas de manejo e, por conseguinte, de qualidade do solo. No entanto, identificar estas táticas de manejo pressupõe avaliações do potencial dos sistemas em recuperar a qualidade do solo à médio e longo prazos, já que as alterações no conteúdo de MO do solo geralmente são lentas.

Considerações finais

A variação no conteúdo de MO do solo ao longo do tempo tem sido utilizada como um indicador da sustentabilidade das práticas de manejo adotadas. De forma geral, as estratégias para manter ou melhorar o conteúdo de MO e, conseqüentemente, a qualidade do solo, baseiam-se na adoção das práticas conservacionistas de manejo, especialmente aquelas relacionadas ao controle dos processos de perda de solo (erosão), utilizando-se sistemas de cultura com alta adição de resíduos vegetais e nitrogênio ao solo, com rotação de espécies de inverno e verão e consórcio de espécies; manutenção dos resíduos vegetais sobre a superfície do solo; reciclagem de

nutrientes contidos em dejetos animais e adoção de sistema de preparo do solo com mínimo revolvimento, como o sistema plantio direto. A compostagem de resíduos vegetais e animais constitui-se uma estratégia importante para a melhoria da qualidade do solo, especialmente em pequenas propriedades com integração lavoura-pecuária.

Referências bibliográficas

BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. Porto Alegre, 1996. 240 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C. et al. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in Southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 54, p. 101-109, 2000.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 1-8.

PILLON C. N. **Alterações no conteúdo e qualidade da matéria orgânica do solo induzidas por sistemas de cultura em plantio direto**. Porto Alegre, 2000. 232 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.